

Τμήμα Χημείας
Μάθημα: Φυσικοχημεία II (Εργαστήριο)
Εξετάσεις: Περίοδος Ιουνίου 2017-18 (1.6.2018)

1. Η τάση ατμών του βρωμίου αυξάνεται κατά 10% όταν η θερμοκρασία του μεταβάλλεται από 35.00 °C σε 37.45 °C. Να υπολογίσετε την γραμμομοριακή ενθαλπία εξατμίσεως του Br₂.

Λύση:

Χρησιμοποιούμε την εξίσωση Clausius-Clapeyron

$$\frac{d \ln P}{d \frac{1}{T}} = -\frac{\Delta h_{vap}}{R} \Rightarrow \Delta h_{vap} = -R \frac{d \ln P}{d \frac{1}{T}} = -R \frac{\ln P_2 - \ln P_1}{\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}} = -R \frac{\ln \frac{P_2}{P_1}}{\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta h_{vap} = -8.31446 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times \frac{\ln \frac{1.1 P_1}{P_1} \text{ K}}{\frac{1}{37.45 + 273.15} - \frac{1}{35.00 + 273.15}} = 8.31446 \frac{-0.0953}{\frac{1}{310.60} - \frac{1}{308.15}} \text{ J mol}^{-1}$$

$$\Rightarrow \Delta h_{vap} = 32.96 \text{ kJ mol}^{-1}$$

2. Μίγμα 198 g H₂O και 1.67 g άγνωστης ουσίας έδωσε σημείο ζέσεως 1.37 K με το θερμόμετρο Beckman. Με προσθήκη 1.44 g ουσίας, το σημείο ζέσεως έγινε 1.46 K με 208 g H₂O. Να υπολογίσετε την γραμμομοριακή μάζα της άγνωστης ουσίας. Δίνεται K_b(H₂O) = 0.51 K kg mol⁻¹.

Λύση:

Η σχέση της ζεσεοσκοπίας είναι:

$$T - T_0 = K_b m = K_b \frac{n_2}{m_1} = K_b \frac{m_2}{M_2 m_1} \text{ Για το δεύτερο δείγμα γράφεται } T' - T_0 = K_b \frac{m_2'}{M_2 m_1'}. \text{ Με αφαίρεση}$$

κατά μέλη έχουμε

$$T - T' = \frac{K_b}{M_2} \left(\frac{m_2}{m_1} - \frac{m_2'}{m_1'} \right) \Rightarrow M_2 = \frac{K_b}{T - T'} \left(\frac{m_2}{m_1} - \frac{m_2'}{m_1'} \right). \text{ Με αντικατάσταση των τιμών έχουμε:}$$

$$M_2 = \frac{0.51 \text{ kg K mol}^{-1}}{(1.37 - 1.46) \text{ K}} \left(\frac{1.67 \text{ g}}{198 \text{ g}} - \frac{(1.67 + 1.44) \text{ g}}{208 \text{ g}} \right) = \frac{0.51}{-0.09} (0.00843 - 0.01495) \text{ kg mol}^{-1} = 36.9 \text{ g mol}^{-1}$$

3. Ποια είναι η ιοντική ισχύς του υδατικού διαλύματος 0.1 mol/kg Na₂NH₄PO₄;

Λύση:

Ο ορισμός της ιοντικής ισχύος είναι:

$$I = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^3 c_i z_i^2 \text{ Τα ιόντα του διαλύματος είναι } \text{Na}^+, \text{NH}_4^+, \text{PO}_4^{3-}. \text{ Οπότε:}$$

$$I = \frac{1}{2} (0.2 \times 1^2 + 0.1 \times 1^2 + 0.1 \times 3^2) = \frac{1}{2} (0.2 + 0.1 + 0.9) = 0.6 \text{ mol kg}^{-1}$$

4. Διάλυμα που σχηματίζεται από 1000 g H₂O και 43.83 g NaCl έχει όγκο 1026.66 cm³ σε θερμοκρασία 50 °C. Με προσθήκη 14.61 g NaCl ο όγκος του διαλύματος γίνεται 1031.74 cm³. Τι τιμή έχει ο μερικός γραμμομοριακός όγκος του NaCl;

Λύση:

Ο ορισμός του μερικού γραμμομοριακού όγκου του συστατικού 2 είναι:

$$v_2 = \left(\frac{\partial V}{\partial n_2} \right)_{n_1} \approx \frac{V' - V}{n_2' - n_2} = \frac{V' - V}{\frac{m_2'}{M_2} - \frac{m_2}{M_2}} = \frac{V' - V}{\frac{m_2' - m_2}{M_2}} = (V' - V) \frac{M_2}{\Delta m_2} \Rightarrow$$

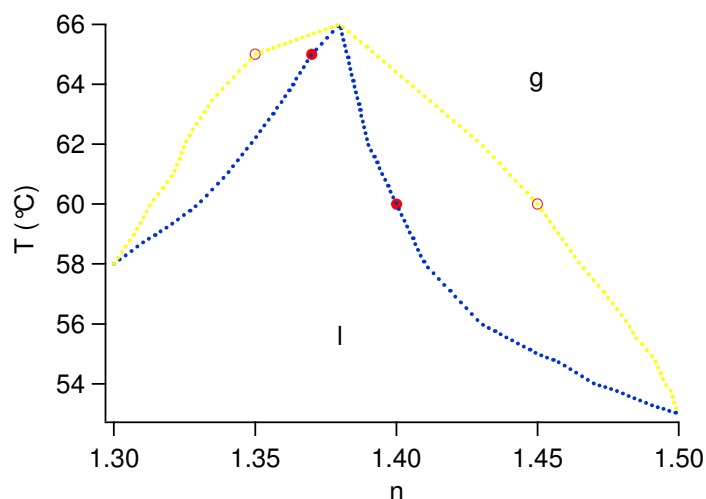
$$M_2 = (22.990 + 35.453) \text{ g mol}^{-1} = 58.44 \text{ g mol}^{-1}$$

$$v_2 = (1031.74 - 1026.66) \text{ cm}^3 \frac{58.44 \text{ g mol}^{-1}}{14.61 \text{ g}} = 20.32 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$$

5. Η ουσία A έχει δείκτη διαθλάσεως (δ.δ.) 1.3 και η ουσία B έχει δ.δ. 1.5. Ένα μίγμα των A και B με δ.δ. 1.4 βράζει σε θερμοκρασία 60 °C και δίνει απόσταγμα με δ.δ. 1.45. Άλλο μίγμα έχει δ.δ. 1.37, σημείο ζέσεως 65 °C και δίνει απόσταγμα με δ.δ. 1.35. Να προσδιορίσετε αν το σημείο ζέσεως της ουσίας B είναι μεγαλύτερο από 65 °C, μεταξύ 60 °C και 65 °C ή μικρότερο από 60 °C.

Λύση:

Ξέρουμε ότι πρέπει να υπάρχει μια αμφιμονοσήμαντη αντιστοιχία (πιθανότατα γραμμική) μεταξύ τιμών δ.δ. και περιεκτικότητας ή γραμμομοριακού κλάσματος των δειγμάτων. Τοποθετούμε τις πληροφορίες σε διάγραμμα με τον δ.δ. στον οριζόντιο άξονα αντί για την περιεκτικότητα των μιγμάτων.



Οι μόνες καμπύλες που μπορούν να συνδέσουν τα δεδομένα είναι οι σχεδιασμένες. Δηλ. το σύστημα των δύο ουσιών σχηματίζει αζεοτροπικό μέγιστο. Άρα τα σημεία ζέσεως των καθαρών ουσιών είναι χαμηλότερα από τις θερμοκρασίες των ενδιάμεσων μιγμάτων. Επομένως η καθαρή ουσία B (που αντιστοιχεί στο δεξιό άκρο του διαγράμματος λόγω μεγαλύτερου δείκτη διαθλάσεως) πρέπει να έχει σημείο ζέσεως χαμηλότερο από 60 °C.

Χρήσιμες τιμές: $R = 8.31446 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$, $N_A = 6.022141 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, $1 \text{ atm} = 101 \text{ kPa}$, $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$, $1 \text{ J} = 1 \text{ N m}$, $1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3$, $1 \text{ cal} = 4.184 \text{ J}$, $c = 299792458 \text{ m s}^{-1}$.

Ατομικές μάζες (g/mol): H: 1.00794, C: 12.0107, N: 14.00674, O: 15.9994, Na: 22.98977, S: 32.066, P: 30.97376, Cl: 35.453, K: 39.0983, Ca: 40.08, Cr: 51.9961, Br: 79.904, Rb: 85.4678, Ag: 107.8682, Cs: 132.9054

Σύσταση: Να φαίνονται αναλυτικά οι πράξεις και οι τιμές όλων των μεγεθών να γράφονται με τις μονάδες τους σε όλα τα στάδια των πράξεων.